



## **Äänieristystilaprojektin kuvaus ja ohjeistus**

**Opinnäytetyö**

**Arto Pulliainen**

**Tuotantotalouden koulutusohjelma**  
Tuotantotekniikan suuntautumisvaihtoehto

Hyväksytty \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ \_\_\_\_\_

# SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU, VARKAUS

Koulutusohjelma

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Tekijä

Arto Pulliainen

Työn nimi

Äänieristystilaprojektin kuvaus ja ohjeistus

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Opinnäytetyö

27.5.2014

25

Työn valvoja

Työn ohjaaja

Yritys

Jyrki Leppänen

Seppo Rynnänen

OC-System Oy

Tämän päättötyön tarkoituksena oli kuvata Joroislaisen OC-System Oy:n valmistamien, aaltopahvikoneita suojaavien, äänieristystilojen projektia. Kuvaus koskee kokonaisvaltaisesti koko työtä, mitoitoitusta ja suunnittelua, valmistusta, toimitusta sekä asennusta Latviassa, Riikassa. Kuvauksen perusteella laadittiin myös ohjeistus vastaavanlaisia tapauksia varten. Tulevaisuudessa tätä kuvausta on tarkoitus käyttää apuna valmistettaessa ja toimitettaessa vastaavanlaisia tiloja asiakkaalle.

Avainsanat

äänieristys, ohjeistus, tilaelementti

Luottamuksellisuus

5v

# SAVONIA POLYTECHNIC, VARKAUS

Degree Programme

Industrial Engineering and Management

Author

Arto Pulliainen

Title of study

Description and Instructions for a Corrugator Noise Enclosure

Type of project

Date

Pages

Final Project

27.5.2014

25

Supervisor of study

Advisor of study

Company

Jyrki Leppänen

Seppo Rynnänen

OC-System Ltd

The purpose of this final project was to describe the project of a corrugator noise enclosure manufactured by OC-System Ltd.

Description relates generally to the entire job, dimensioning and planning, manufacturing, delivery and installation at Latvia, Riga.

General guidelines for similar projects were created based on this final project.

In the future, the intention is to use this description as an aid in preparing and delivering of similar facilities to the customer.

Keywords

soundproofing, instructions, work space elements

Confidentiality

5 years

# Sisältö

1 Johdanto.....	4
1.1 OC- System Oy.....	5
Organisaatiokaavio.....	6
2 Projektin kuvaus.....	9
2.1 Suunnittelun aloitus.....	9
2.2 Mitoituskäynti Stora Enso, Riika.....	9
2.3 Suunnittelu.....	10
2.4 Osavalmistus.....	13
3 Aallottajan suojatilojen asennus Stora Enso, Riika.....	16
3.1 Kattoelementit ja kattotyöskentely.....	18
3.2 Lopputarkastus ja luovutus.....	20
4 Vastaavanlaisten tapausten ohjeistus.....	21
5 Johtopäätökset ja yhteenveto.....	22
Liitteet.....	24

# 1 Johdanto

Tämän päättötyön tavoitteena oli kuvata äänieristystilaprojektin kokonaisvaltaista toimitusta. Projektiksi valikoitui hieman normaalia suurempi toimitus Stora Ensolle, Riikaan. Projektin kuvauksessa paneudutaan mitoituksen haastavuuteen, suunnitteluun, osien valmistukseen, toimitukseen sekä asennukseen ja tilojen luovutukseen.

Projektista tehtiin myös ohjeistus, jota on tarkoitus käyttää vastaavanlaisia toimituksia tehdessä. Tämän projektin kuvauksen tarpeellisuuteen johtaneita tekijöitä olivat mm. suurempien kokonaisuuksien toimituksissa tulleet virheet, niin suunnittelussa kuin tavaroiden toimituksessa, sekä suurempien toimitusten lähettäminen ulkomaille.

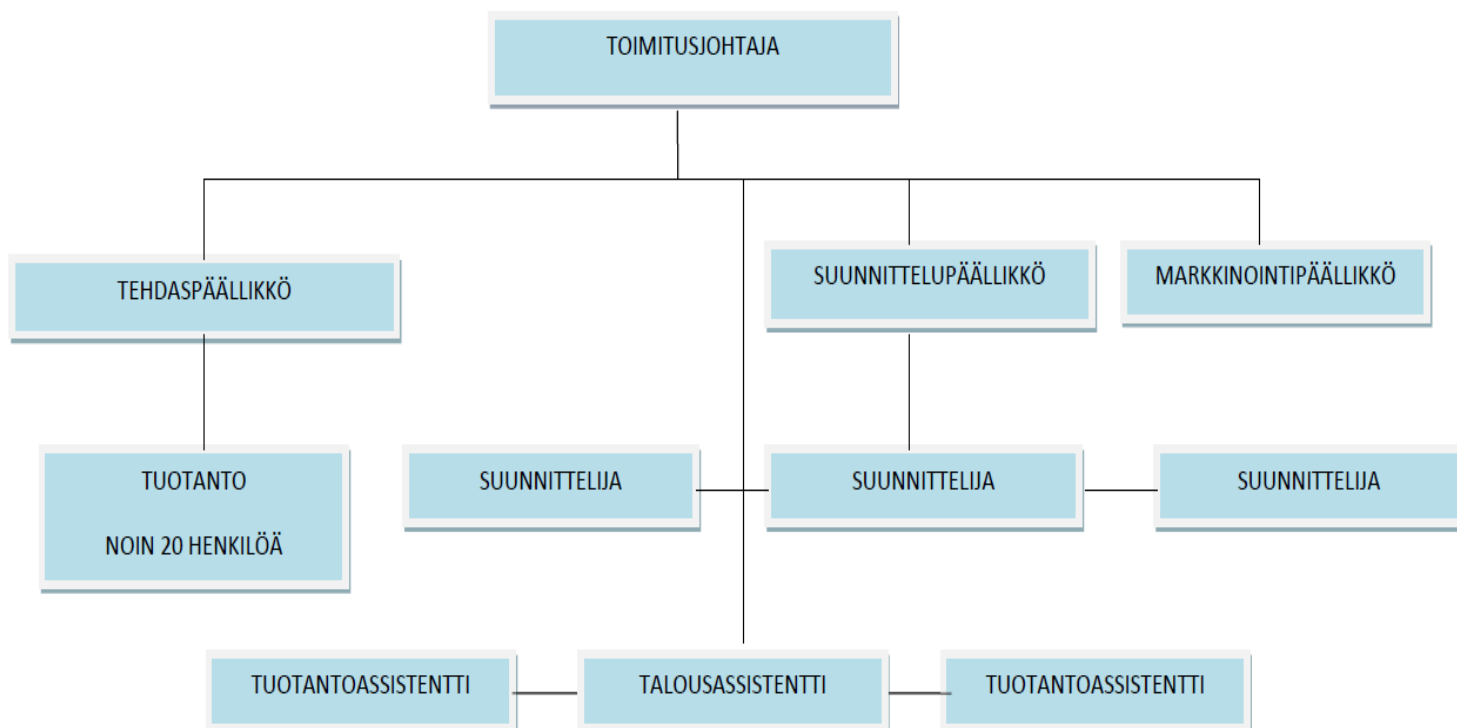
Kuvauksen ja ohjeistuksen on tarkoitus toimia jatkossa esimerkkinä hyvin menneestä projektista. Yrityksellä on tavoitteena myydä projekteja tulevaisuudessa enemmänkin ulkomaille, joten selkeä ohjeistus tulee tarpeeseen. Tämän työn perustana on tuotannon töissä ja asennuksilta sekä suunnittelusta hankittu käytännön kokemus. Mitään erityisiä teoriamenetelmiä ei projektissa käytetty, vaan toimittiin työssä oppimamme tiedon ja käytännön taitojen pohjalta.

## 1.1 OC- System Oy

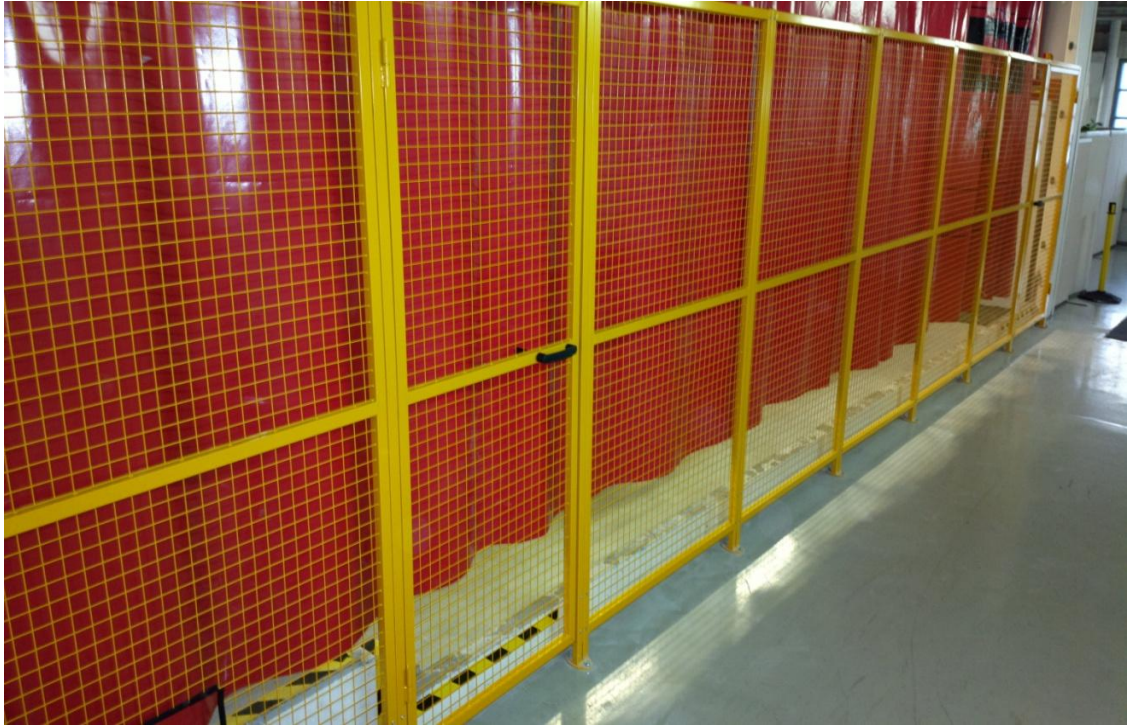
OC- System Oy on vuonna 1992 perustettu metallialan yritys. Yritys on perustamisesta asti sijainnut Etelä-Savossa, Joroisissa. Monipuolisten tuotteiden, jatkuvan tuotekehityksen ja erityisosaamisen ansiosta yritys on selvinnyt, talouden notkahduksista huolimatta, yli kahden vuosikymmenen ajan hyvin. Yrityksen alussa valmistetut tieliikennepuomit ja putkirakenteiset suoja-aidat ovat vuosien saatossa vaihtuneet ja korvattu uusilla kehittyneimmillä malleilla sekä tuotteilla. Nykyisin yritys valmistaa verkkosuojaseiniä, tauko- ja valvomotiloja, äänieristystiloja, suojaseiniä elementeistä sekä melusuojaseiniä. Lähtökohtana on kuunnella asiakasta ja tarjota heille juuri heidän tarpeisiinsa sopiva tuote, olipa kyse sitten verkkosuojauksesta tai valvomo- ja saniteettitilasta. Melkein kaikki tilat ja suojaseinät ovat yksilöllisiä, juuri tietyn asiakkaan tarpeisiin suunniteltuja, joten ns. vakiotuotteet ovat hyvin harvinaisia. Yritys on laajentunut nykyiseen mittaan vuosien saatossa ja käsittää nyt 4 hallia ja yhden hallin laajennuksen aiemman 2 hallin sijaan. Toimitiloja yrityksellä on nyt käytössä noin 3000 m<sup>2</sup>.

OC- System Oy työllistää tällä hetkellä noin 30 henkilöä, joista 10 on toimihenkilöitä ja noin 20 henkilöä työskentelee tuotannossa. Yrityksen organisaatorakenne käy ilmi kuvasta 1. Yrityksen noin 3 miljoonan euron liikevaihdosta noin ¾ muodostuu nykyään tila- ja äänieristystuotteista ja loput n. 25 % verkkosuojaseinistä. Suurin osa yrityksen valmistamista tuotteista jää kotimaan rajojen sisäpuolelle, ulkomaille menee suoraan noin 5 % ja välillisesti nykyään noin 25- 30 % tuotteista. Yrityksellä on käytössä ISO 14001 ympäristöjärjestelmä sekä ISO 9001 laatujärjestelmä.

OC- System Oy:n tuotteiden tarkoitus on parantaa työntekijöiden työturvallisuutta ja viihtyisyyttä sekä parantaa koneiden ja laitteiden suojausta, äänieristystä sekä mekaanista suojausta. Osa yrityksistä haluaa myös suojata koneitaan hieman visuaalisemmin, johon OC- System on kehittänyt uuden, kapeamman suojaseinäelementin, OCLITE elementin. OC- Systemin päätuotteita on esitelty kuvissa 2-5.



Kuva 1: OC-System Oy:n organisaatiorakenne



**Kuva 2 . Verkkosuojaseinä**



**Kuva 3 . OCLITE suojaseinä**





**Kuva 4 . Äänieristysuojatila**

OC- System Oy valmistaa tiloja myös ulkokäyttöön (kuva 4).



**Kuva 5. Kaistatarkastus- ja jatkotoimenpidetiloja lähdessä asiakkaalle.**

## **2. Projektin kuvaus**

### **2.1 Suunnittelun aloitus**

Suunnittelun lähtökohtana oli muotoilijan asiakkaalle toimittamat muotoilukuvat. Muotoilukuvista suunnittelija saa käsityksen valmiin tuotteen ulkonäöllisistä seikoista sekä suurpiirteisen käsityksen valmiin tuotteen äärimitoista. Tässä projektissa oli kysymys kuitenkin suuremman luokan suunnittelusta sekä tietämys kohteen haastavuudesta ja asennuspaikan sijainnista ulkomailla. Parhaan lopputuloksen varmistamiseksi tehtiin yksi ylimääräinen mitoitusreissu Riikaan, jossa myös suunnittelija oli mukana. Ennen matkaa tehtiin alustavat kuvat Solid Works suunnitteluohjelmalla. Kuvat toteutettiin tarjouskuvissa olleilla mitoilla ja seinät pursotettiin alustavasti mittoihin. Lopulliset mitat varmistettiin sitten asennuspaikalla.

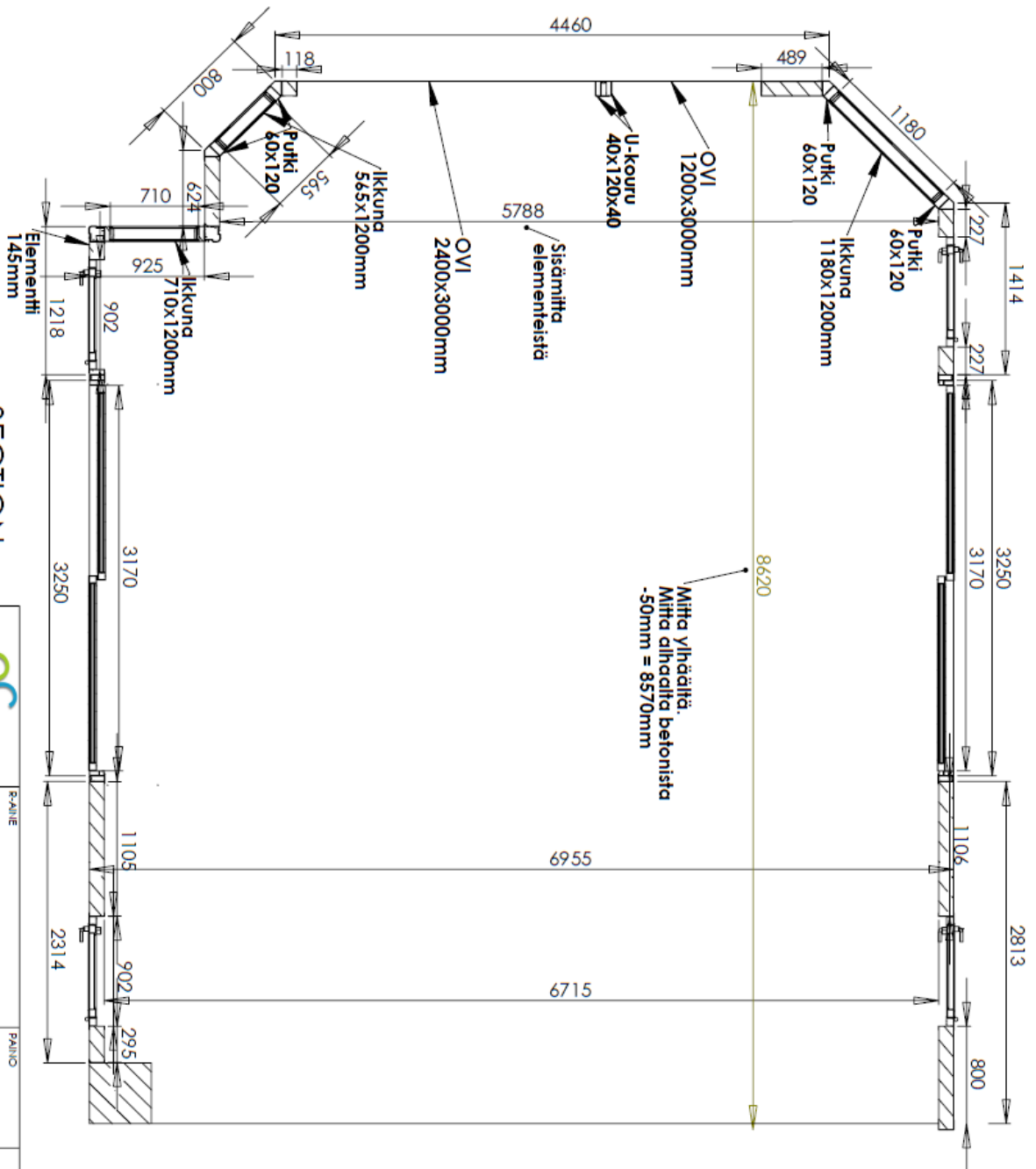
### **2.2 Mitoituskäynti Stora Enso, Riika**

Kohteessa oli varattu aikaa vajaa kaksi työpäivää palaveriin ja mitoitusyöhön. Työ aloitettiin äärimittojen tarkastuksella ja saadut uudet mitat kirjoitettiin ylös tehtyihin alustaviin piirustuksiin. Seuraavaksi mitoitettiin suojatiloille sopivat korkeudet, koska seinien päälle tulisivat vielä kattoelementit ja ylhäällä oli otettava huomioon erilaiset kaapelikiskojen ja lämmitysputkien korkeudet. Osa niistä tulisi suojatilan sisäpuolelle, osan jäädessä ulkopuolelle. Pahviaallottaja toimii kahdessa tasossa, joten molempiin suojiin tuli siis tarkasti mitoittaa aukot seiniin pahvin läpi kulkua varten. Myös ylhäällä olevat kulkutasot koneiden molemmilla reunoilla tuli tarkasti mitoittaa tuleviin kuviin. Ylätasolle tulisi myös sijoittaa kulkuovet koneen huoltoa varten. Lattiatasoon tulisi molemmille koneille eli kahteen suojatilaan yhteensä neljälle seinälle myös suurehkot aukot sekä niihin tuplakiskoiset sisäkkäin limittyvät pariliukuovet. Paikanpäällä saatiin mitattua rullien huoltoon ja vaihtoon riittävät oviaukkojen leveydet. Koneen käyttäjien sekä tilaaja-asiakkaan kanssa käytiin sitten läpi tarvittavien muiden aukkojen ja luukkujen sekä ovien ja ikkunoiden tarvittavat määrät. Tämän kokoisessa ja paljon yksityiskohtia sisältävän asennuspaikan tarkka kuvaaminen kameralla oli ehdottoman tärkeää. Valokuvat auttavat sitten yksityiskohtien muistamista tarkemmassa suunnittelussa.

## 2.3 Suunnittelu

Aiemmin tehdyistä alustavista kuvista muokattiin suojatilat, oikeisiin, mitoituskäynnillä saatuihin mittoihin. Suunnitelmiin lisättiin myös tuleville oville, aukoille ja luukuille mitoitettut reiät. Kun suojatilat olivat halutuissa mitoissa ja aukot oikeilla paikoillaan alkoi pääkuvien suunnittelu. Molemmissa tiloissa oli sekä 90 asteen että 45 asteen kulmia, joten suunnittelu aloitettiin lisäämällä oikean mittaiset tolpat pursotettuun pohjaan. Kulmat toteutettiin OC- Systemin vakioalumiinitolpalla sekä loivemmat 45 asteen nurkat metallisilla hitsatuilla nurkilla. Seuraavaksi sijoitettiin elementit kokoonpanossa tolppien väliin. Oviaukoille ja luukkujen aukoille kokoonpanoon laitettiin aukon kehät, jotka tuotannossa valmistetaan sahaamalla ja hitsaamalla U-kourut kehäksi haluttuun mittaan. Seuraavana suunniteltiin molempiin tiloihin kattoelementtejä varten tukiristikot, yhteensä 4 kappaletta, pituuksien ollessa noin 7 metrin luokkaa. Huomioitavaa ristikon rakenteessa oli sen kantavuus, joten kattoelementtien painot oli laskettava tässä vaiheessa. Huomioitava asia oli myös tässä vaiheessa seinäelementtien kahden keskimmäisen runkotolpan sijoitus, jotta väli ei veny liian pitkäksi kattoelementeille. Maksimi kattoelementin mitta on hyvä pitää noin 3500 mm, jotta elementin kantavuus on hyvä. Kattotukiristikot lisättiin kokoonpanoon alumiinisten runkotolppien päälle. Tämän jälkeen kokoonpanoon sijoitettiin sopivan mittaiset kattoelementit, joita tuli molempiin tiloihin 3 riviä ja rivissä oli 12 kattoelementtiä. Yhteensä yhteen tilaan tuli 36 kattoelementtiä. Painoa kattoelementeistä tuli noin 1800 kg/tila. Viimeisessä vaiheessa suunniteltiin aukkojen tuennat, luukut yhteensä 4 kappaletta ja tuplaliukuovet, joita tuli yhteensä 4 kappaletta. Tässä vaiheessa suojatilat olivat valmiina kokoonpanokuvina tietokoneella. Kuvissa 6 ja 7 on esitetty leikkauskuvat suojatiloista.

E1 Stora Enso Rigga



SECTION A-A  
SCALE 1 : 33

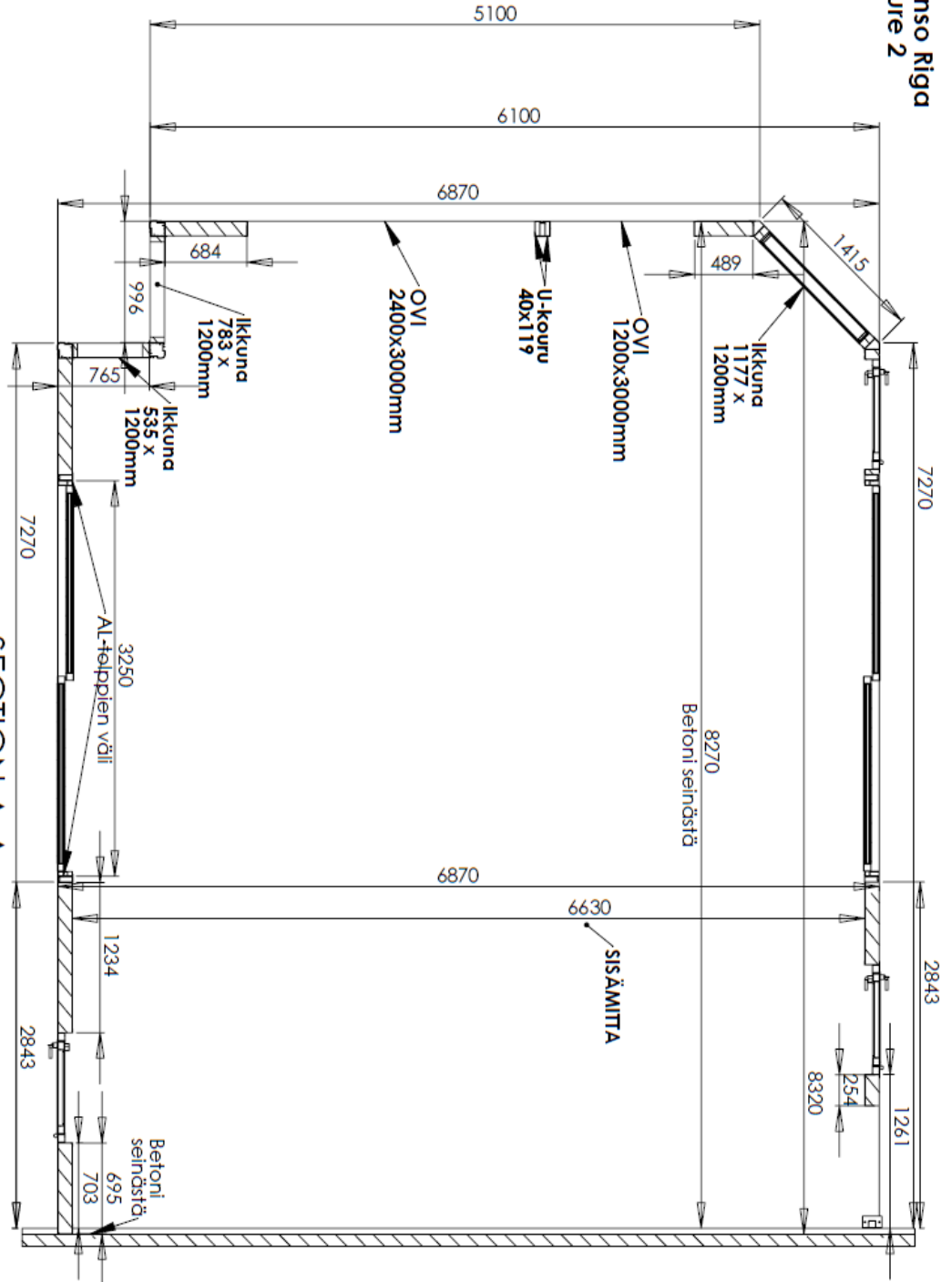


PROJEKTI	PAIKKO	PIIRIT	PVM
MITAT		SUUNTE	31-3-2014
TOIKAS	Stora Enso Rigga	ARKKI	AP
PIIR.NO.	T9562 - E1	HYV.	
1/1		SIVU	1(1)


Ver	Kuvaus	Muuttaja	pvm
-----	--------	----------	-----

Kuva 6. Leikkauskuva Suojatila 1

Stora Enso Riga  
Enclosure 2



SECTION A-A  
SCALE 1 : 35

 www.oc-system.fi			
PROJEKTI	PAIKKO		
MITAT	MAST		
ASIAKAS	Stora Enso Riga		
PIIR.NO.	T9561 - E2	SIKKE	1:100
NIMI		AKKO	A3
		SIVU	1(1)
		PVM	31-3-2014
		PIIR.	AP
		HYV.	

Kuva 7. Leikkauskuva suojatila 2

## 2.4 Osavalmistus

Kokoonpanokuvista saatiin elementtien mitat ja määrät. Melutaso aallottajakoneiden läheisyydessä oli huomattavan suuri, joten elementiksi valittiin 120R-KT elementti, eli reikälevy-gyproc-villa-teräslevyelementti, jonka paksuus on 120 mm. Elementin tyyppi ja määrät syötetään elementtiohjelmaan ja lähetetään sähköpostilla elementtilinjalle, jossa elementtilinjan käyttäjät ajavat tiedot sitten koneelle. Teräslevyt sekä gyprocit nostetaan häkkivaunuihin, muuten robotit hoitavat elementin valmistuksen. Lopuksi elementit lastattiin valmiiksi puulavoille kuljetusta varten. Elementtien ajolista tuli tehdä seinä- ja kattokohtaisesti, tällöin elementtejä tuli yhteensä 10 lavallista.

Asennuksen sujuvuuden kannalta oli tärkeää ajattaa elementit tarkasti oikeille lavoille, koska asennuspaikalla ei olisi tilaa sisällä säilyttää useampaa lavaa kerralla. Täten päästäisiin etenemään asennuksessa seinä kerrallaan elementtien ollessa samalla lavalla. Osa elementeistä käytettiin liukuoviin, joten ne tuli ottaa sivuun ovien varustelua varten. Tehdyistä valmistuskuvista tuotannossa sahattiin, hitsattiin ja maalattiin tarvittavat osat. Liukuovet oli myös koekasattava, jotta niiden toiminta saatiin varmistettua. Työhön sisältyi myös alumiiniovien, lasien, tiivisteiden, pulttien ja saranoiden yms. ei vakiotuotteiden tilaus.

### Valmistuksen erikoisuudet


Tämän kokoinen projekti, joka menee ulkomaille ja on tarkoitus asentaa kerralla valmiiksi, vaati myös paljon tarkkuutta, koska pienemmänkin osan puuttuminen aiheuttaa hankaluuksia asennuspaikalla sekä ylimääräisiä kuluja tuotteen toimittavalle yritykselle. Suurin osa tuotteistamme on erikoisvalmisteisia, joita ei ole edes mahdollista hankkia asennuskohteessa Latviassa. Ihan tavalliseen suojatilaan verrattuna näihin aallottajan suojatiloihin tuli enemmän aukkoja ja erilaisia putkien läpivientejä, joiden tekeminen, niin että lopputulos olisi mahdollisimman siisti, vaati asennuspaikalla paljon töitä ja ne tuli ottaa tarkasti huomioon jo suunnitteluvaiheessa. Tiloihin tuli myös yhteensä 3 kappaletta avattavia, lukittavia, kevyitä ja ääntä eristäviä noin 3 metriä leveitä huoltoluukkuja, joiden toteutus vaati suunnittelussa hieman enemmän työtä. Lisäksi tuli erikseen suunnitella 4 kappaletta tuplaliukuovia noin 3,1 metrin levyisiin ja 2,1 metriä korkeisiin aukkoihin. Nämä liukuovet tulivat poikkeuksellisesti seinän sisään, eikä seinän ulkopuolelle. Tämä siksi, ettei seinävahvuus suurene ja haittaa koneen välissä kulkevia koneen käyttäjiä.

Ylätasolle tuli myös valmistaa erikoiskokoinen teräs käyntiovi. Eri kokoisia ja erikätisiä äänieristysalumiiniovina tuli molempiin tiloihin yhteensä 16 kappaletta.

## Toimitus ulkomaille

Tuotteiden toimitus ulkomaille poikkeaa kotimaan toimituksista usealla tavalla. Tuotteet pakataan puulavoille ja puupaketteihin, joten ulkomaan toimituksissa käytettävän puun tulee olla kuivattua ja toukkavapaata. Jokaisen paketin sisältö tulee myös olla tarkkaan merkittynä lähetyspapereissa. Tuotteiden pakkauksissa ja itse tuotteen suojauksessa on otettava huomioon niihin kohdistuvat rasitukset ja mahdolliset useammat käsittelyt, ennen paketin saapumisista määränpäähän. Irtonaiset osat oli suojattava hyvin ja varmistettava, etteivät ne pääse liikkumaan, ettei maaliin tule hankaumajälkiä matkalla määränpäähän.

Tässä projektissa elementtien ja muiden osien määrä oli normaali toimitusta suurempi. Tämä taas tarkoitti sitä, että osaluetteloiden teko ja pakkaaminen tuli tehdä huolella ja tarkasti. Jokainen elementti ja osa tuli merkata pakatuksi ja niille annettava lavanumero, mihin se pakattiin. Näin toimittaessa osia ei pääsisi unohtumaan toimituksesta. Tähän projektiin lavoja tuli yhteensä 17 kappaletta, painavimpien pakkausten painon ollessa 1540 kg. Pakkauksiin tuli myös merkata juokseva numerointi, jonka perusteella oli helppo katsoa papereista pakkauksen sisältö. Pituus-, leveys- ja korkeusmittojen lisäksi kaikki pakkaukset tuli punnita ja paino merkata pakkausten lähetyspapereihin. Pakkausten mittojen perusteella tehtiin lastaussuunnitelma (kuva 8), jonka avulla pakkaukset saatiin mahtumaan tilaamamme kuljetuskaluston kyytiin sujuvasti. Yksi pienempi pakkaus otettiin mukaan pakettiautoon, jossa kuljetettiin myös työkalut, kiinnitystarvikkeet, tiivisteet ja muut asennuksessa tarvittavat pienet tavarat asennuskohteeseen. Yhteismäärältään lavoille pakatut tuotteet painoivat 12 200 kg. Pakkaukset lastattiin kahteen puoliperävaunurekkaan ja ne ajoivat suoraan Latviaan, ilman välipurkua. Ohessa kuva lastauksesta (kuva 9).

Ver	Kuvaus	Muuttaja	pvm
	<p style="text-align: center;"><b>Puoliperävaunu 1</b></p> <p style="text-align: center;">yht.13,3m    yht.13m</p>	<p style="text-align: center;"><b>Puoliperävaunu 2</b></p> <p style="text-align: center;">yht.13m    yht.12,9m</p>	
 <a href="http://www.oc-system.fi">www.oc-system.fi</a>	R-AINE MITAT ASIAKAS PIIR. NO. NIMI	PAINO SUHDE 1:100 ARKKI A4 SIVU 1(1) Rekka-autojen lastausjärjestys	PVM PIIRT. AP HYV.

This document is the property of OC-System Oy and shall not be copied or used as basis for manufacture without written permission.

**Kuva 8. Lastaussuunnitelma**



**Kuva 9. Elementtien lastaus**



### 3 Aallottajan suojatilojen asennus Stora Enso, Riika

Työt aloitettiin torstaina 3.4.2014. Ensimmäisenä päivänä pidettiin palaveri tilaajan kanssa ja käytiin läpi asennussuunnitelma. Asennuspäivät ja koneen numero, millä asennusta voitiin suorittaa, on merkitty vihreälle pohjalle suunnitelmassa (taulukko 1). Työpäiviä molempien suojatilojen asennukseen oli suunnitelmaan merkitty 10. Määrä kuulosti aika tiukalta aikataululta, mutta sovittiin muutaman lisäpäivän liikkumavarasta asennuksessa. Meiltä OC- System :ltä oli lisäksi yksi asentaja ja tehtaan kunnossapidosta vastaavan ABB:n mekaanikkoja apunamme tulisi olemaan jatkuvasti 3-4 miestä. Kävimme läpi turvallisuusohjeet sekä ohjeet suojavälineiden käytöstä. Henkilökohtaiset suojavälineet eivät poikenneet kotimaan asennuksissa käytettävistä varusteista. Asennuksen aikana tehdassalissa ollessa päällä piti olla turvakengät, kuulosuojaimet, huomioliivi sekä kypärä tai kolhusuoja lippalakki. Asennustyö tuli suorittaa heidän aikataulujen mukaan, ellei mitään poikkeavaa tapahtuisi. Tuotannon on tällaisissa tilanteissa pystyttävä jatkamaan normaaliin tahtiin, koska koneet eivät tulisi olemaan yhtä aikaa pysähdyksissä, paitsi viikonloppuisin, lauantaina ja sunnuntaina. Asennukseen toisen koneen jatkuva käynnissä oleminen vaikutti siten, että pystyttiin asentamaan vain yhtä tilaa kerrallaan ja vaihtamaan päivittäin suojatilan asennusta 1 ja 2 koneen välillä. Eli yhtä tilaa ei pysty asentamaan alusta loppuun kerralla, mikä olisi aina parempi vaihtoehto. Tehtaan puolelta oli jouduttu tekemään myös muutoksia normaaliin ajosuunnitelmiin ja he olivat ottaneet käyttöön yövuoron asennuksen ajaksi, jotta saavat ajettua koneilla tarvittavat määrät tuotetta. Tämä järjestely siksi, että asennusta ei saa suorittaa käynnissä olevan koneen ympärillä.

**Taulukko 1 . Asennussuunnitelma**

		Soundproof cabins installation Schedule													
		April													
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Equipment arriving															
Equipment unloading															
MF in Production				MF2			MF2	MF1	MF2	MF2	MF1				
Cabin installation															
Stora Forklift 5 t + Driver				1, 1,2	1,2		1	2	1	1	2	1,2	1,2		
Stora Forklift 2.5 (1,5) t + Driver															
2 lifting cars															
ABB 1 mech + 1 helper															
ABB 2 mech + 2 helpers															
ABB 1 mech + 1 electrician															
ABB 1 electrician															

**Comments**

1. During cabins installation need special mode for Trimming of Corrugator, Double-wall need to be produced after 20:00 and through the night shifts, from 4th of April.
2. Need to be prepared places: MF 1 - move out of zone Fan for GU; MF1 - take away old soundproof cabin elements with support brackets(put new ones on PC frame); Bridge - move on 200 mm in paper direction two supporting brackets above MF2; MF2 - reweld moisturising steam valve connection (replace it from cabin wall's position MF1 - take away empty electric cabinet from DS; MF1- moves cabelchannel to Central MCC desk; MF1, 2 - Near the back wall prepare special holding beams to fix on it roof elements. MF1, 2 - Make measurings where should be made holes for roof ventilation - sent info to OC System. Cut or rebuild old pipes and valves over height 5100 mm - cabins roof.
3. Lightning inside of Sounproof cabins - needs preliminary plans from ABB about how many lights we need, wiring length and installation plans.
4. Plywood plates - prepare to put on bridge for safe operations on it during installation.
5. Delivery of materials from Finland - check our transport companies prices.

Asennus aloitettiin mitoittamalla ja merkkamalla tilan ulkomitat lattiaan. Myös käyntisekä liukuovien kohdille tulevat aukot tuli merkata lattiaan. Apuna mitoituksessa käytettiin leikkauskuvia suojatiloista, joista kyseiset mitat käyvät ilmi. Seuraavaksi asetettiin runkotolpat paikoille, joiden väliin tulee liukuovet. Näiden tolppien sijoitus oli haastavaa, koska ylhäällä olevat tasot oli otettava huomioon ja toiseksi liukuovien paikoitus oli tärkeää. Liukuovien takana olevat koneen rullat olisi jatkossa otettava pois liukuovien kohdalta. Näiden toimintojen jälkeen pystyttiin aloittamaan sivuseinien asennus. Asennusta hankaloitti sivuseinien yläpäässä kulkevat sähkötikkaat ja suuri määrä putkia. Myös ylhäällä olevat kulkutasot aiheuttivat useamman elementin loveamisen ja katkaisemisen (kuva 10). Nurkkatolppien asennus onnistui hyvin aiemmin tehtyjen lattiamerkintöjen perusteella. Nurkkatolpille propattiin kiila-ankkureilla lattiaan sisäputki ja nurkkatolppa nostettiin sitten paikalleen. Sisäputki pitää nurkkatolpat tiukasti paikallaan. Kattoristikoida tuli molempiin tiloihin 2 kappaletta. Yksi ristikko painoi 200 kg, mutta niiden paikalleen laittamisessa pystyttiin käyttämään apuna trukkia ja pitkää nostovartta. Nostossa tarvitsi vain ohjata ristikossa oleva asennusputki runkotolpan sisään (kuva 10).



**Kuva 10. Vasemmalla elementtien loveaminen rakenteiden ympärille ja oikealla kattoristikoiden asentaminen paikalleen.**

### 3.1 Kattoelementit ja kattotyöskentely

Suojatilojen seinien ollessa määrämитоissaan ja lopullisessa korkeudessa, alettiin suunnitella kattoelementtien asennusta. Ylimpien seinäelementtien päälle tuli u-kourut, joiden päälle laitimmaiset katot sitten tulivat ja ne lukittiin ruuvaamalla kouruihin kiinni. Helpottavan avun saimme trukista ja siihen laitetuista jatkosorkista. Tämä mahdollisti kattoelementtien nostamisen ylätasoon kaiteen päälle (kuva 11). Lopun matkan elementtejä jouduttiin kantamaan tason päällä ja asentamaan elementit paikalleen. Katot myös ruuvattiin alapuolelta kiinni kattoristikossa olevaan L-kulmaan. Kattoelementtien asennuksen jälkeen oli edessä vielä kattoristikoiden tiivistys ja pellitys sekä katonreunalistojen asennus. Kattokorkeuden ollessa yli 5,2 m työturvallisuudesta tuli huolehtia. Putoamisvaaran takia katolla ollessa käytettiin turvavaljaita, joiden turvanaru oli kiinnitetty huolellisesti kattoristikoihin.



**Kuva 11. Kattoelementtien nosto**

### Tilojen viimeistely

Kaksi viimeistä päivää käytettiin tilojen viimeistelyyn. Liukuovet asennettiin molempiin tiloihin ja ne säädettiin toimimaan moitteettomasti. Äänieristystilan ollessa kyseessä ovet tuli myös tiivistää hyvin kumitiivistein ja listoin. Ylätasolle asensimme vielä 3 kappaletta huoltoluukkuja, joihin laitettiin lukitukset luukun ollessa kiinni sekä auki asennossa. Käynti- ja huolto-ovet tiivistettiin karmin molemmin puolin tiivistemassalla, samoin suojatilat ympäriinsä lattianrajasta. Lopuksi kierrettiin molemmat tilat huolellisesti läpi ja ilmenneet puutteet korjattiin. Näiden toimintojen jälkeen tilat olivat valmiit ja luovutuskunnossa. Kuvassa 12 näkymä tehdassalista ennen asennuksen aloitusta ja kuvassa 13 asennuksen jälkeen.



**Kuva 12. Aallottajakoneet 1 ja 2 ennen asennuksen aloitusta.**



**Kuva 13. Koneet suojatilojen asennuksen jälkeen.**

## 3.2 Lopputarkastus ja luovutus

Suojatilojen ollessa täysin valmiit suoritettiin lopputarkastus. Tarkastuksessa käytiin läpi tilojen rakenteelliset ominaisuudet, ovien ja luukkujen toiminta sekä valmiin tuotteen ulkonäölliset vaatimukset. Tarkastuksessa olivat mukana suojien tilaaja Stora Ensolta sekä päämekaanikko ABB :ltä. Tarkastus sujui hyvin ja asiakas oli tiloihin tyytyväinen. Lopuksi pidettiin palaveri ja saimme palautteen suoritetusta työstä. Palaute oli hyvää, vaikkakin asennus oli valmis 3 päivää myöhemmin, mitä alkuperäiseen suunnitelmaan oli merkitty.

## 4 Vastaavanlaisten tapausten ohjeistus

Pienemmässä kuin suuremmassakin projektissa on erityisen tärkeää pystyä hallitsemaan kokonaisuutta. Projektista vastuussa olevalla tulisi olla hyvä tieto-taito pohja kyseiseen toimintaan. Suotavaa olisi suuremman kokoluokan projekteihin nimetä projektipäällikkö, joka on vastuussa projektin etenemisestä ja toteutuksesta.

Mitoitus on oleellinen osa tällaisissa projekteissa. On tärkeää, että suunnittelija käyvi kohteessa mitoittamassa ja tutustumassa asennuskohteeseen, jos se on mahdollista. Kohteessa käyminen ja valokuvaaminen hankalista ja tärkeistä paikoista antaa kokonaisvaltaisen kuvan kohteesta. Tämä auttaa sitten suunnittelun onnistumisessa. Tarkka ja hyvä suunnittelutyö on hyvän lopputuloksen edellytys. Valmistettavista tuotteista on tehtävä tarkka osaluettelointi. Osaluetteloon on myös merkittävä numeroin, mistä pakkauksesta kyseinen osa löytyy (liite 1 ja 2). Pakkaukset tulee merkitä selkeästi. Tuotteet on pakattava ja sidottava huolellisesti. Irtotavaroista on myös hyvä tehdä tarvikeluettelo sekä luetteloida myös mukaan tarvittavat työkalut. Täällä varmistutaan suuremmilta unohduksilta ja asennuksen aikana ei täten pitäisi tulla ongelmia puuttuvien tavaroiden muodossa.

Suunnittelijan vastuulla on tehdä selkeät ja helppolukuiset asennusohjeet. Normaalisti poikkeavat toteutukset ja asennuksen erikoisratkaisut tulee kuvata tarkasti. Ennen suurempien projektien aloitusta on pidettävä aloituspalaveri, jossa kaikki työhön osallistuvat ovat mukana. Palaverissa käydään työ tarkasti läpi ja työn suunnittelijan vastuulla on selventää työssä olevat mahdolliset erikoisuudet, ettei työntekijöille jää mitään epäselväksi. Hyvä ja tiivis yhteistyö suunnittelijan ja tuotannon työntekijöiden välillä aikaansaa juuri oikeanlaisten osien ja tuotteiden valmistuksen, eikä väärinkäsityksiä näin pääse syntymään. Asentajien on täytettävä asennuksen jälkeen asennusraportti, josta käy ilmi miten työ onnistui sekä myös asennuksen ongelmakohdat, jos niitä oli. Asennuksen ongelmakohdista pidetään palaveri, jotta niistä opitaan ja osataan korjata virheet seuraavaksi kerraksi.

## 5 Johtopäätökset ja yhteenveto

Suojatiloja oli asennettava 2 kappaletta. Työ oli työmäärältään suurempi, kuin meidän toimittamat ns. normaalit suojatilat. Seinäkorkeuden noustessa aina 5115 mm korkeuteen piti kasata kunnollisia asennustelineitä, joista ylempien elementtien asennus olisi mahdollista ja turvallista. Haastavuutta kohteessa lisäsi myös se, ettei käytössä ollut katonosturia, vaan jokainen elementti nostettiin käsin paikalleen. Työssä käyttämämme elementti painaa noin 17 kg/m pisimpien elementtien ollessa yli 3 metriä. Yhdellä asennuskerralla ja tiukalla aikataululla myös työn fyysinen kuormittavuus oli suuri.

Ulkomaille menevissä toimituksissa on omat haastavuutensa. Virheisiin, niin suunnittelussa kuin tavaroiden toimituksessa ei ole varaa, koska osien puuttuminen vaikeuttaa ja hidastaa asennusta kohteessa, johtuen pitkistä välimatkoista. Tärkeää oli myös pakkauksissa olevien tuotteiden säilyminen ehjänä asennuskohteeseen asti. Oma haasteensa oli myös toimiessa tuntemattomien, yrityksemme tuotteista tietämättömien, ulkomaalaisten asentajien kanssa. Asennussuunnitelman tekeminen ja siinä pysyminen mahdollisti myös tulevien asennusvaiheiden suunnittelemisen asennuspaikalla jo ennakoita, mikä oli tärkeää, jotta kaikille työmiehille riitti jatkuvasti töitä. Tämä mahdollisti asennuksen valmistumisen mahdollisimman nopeasti, joskin 3 päivää alkuperäistä suunnitelmaa jäljessä.

Tämä projekti meni kuitenkin hyvin, jopa odotettua paremmin. Vaikka asennusmiehemme olivat entuudestaan tuntemattomia ulkomaalaisia, englannin kielellä kommunikointi onnistui muutaman asennusmiehen kanssa ja annetut ohjeet tavoittivat loputkin kuulijansa. Olimme todella tyytyväisiä saamaamme asennusapuun ja heidän toimintaansa.

Suojatilojen mitoitus oli tarkka, jotta ympärille jäi tilaa koneenkäyttäjien työskentelyyn. Toisen suojatilan leveyttä jouduttiinkin kaventamaan 12 cm, mutta se oli otettu huomioon suunnittelussa ja kattoristikoista oli tehty helposti kavennettavia sekä tarvittavat lisäosat tähän toimenpiteeseen olivat mukana. Myös kahden liukuoven aukkoa jouduttiin muuttamaan runkotolppien asemoinnin takia. Tähän oli myös varauduttu tekemällä liukuovien karmeista irralliset ja ruuvikiinnitteiset, joten niiden kaventaminen oli helppoa ja nopeaa. Suurempia ongelmia ei tullut esille

osavalmistuksen eikä asennuksenkaan aikana ja tämä projekti meni kokonaisuudessaan hyvin. Asennuskuvat olivat myös onnistuneet ja helposti luettavat, joten myös ulkomaalaiset asennusmiehet pystyivät tulkitsemaan niitä ja toimimaan oma-aloitteisesti, mikä mahdollisti projektin etenemisen aikataulun mukaisesti.

Lopputulokseen oltiin todella tyytyväisiä. Myös asiakas oli tyytyväinen toimitukseen, toimintaamme ja lopputulokseen. Tämä on ensiarvoisen tärkeää siksi, että asiakkaalle jää hyvä kuva yrityksen toiminnasta ja tuotteista. Tällaiset hyvin tehdyt, onnistuneet, projektit toimivat hyvänä mainoksena ja voivat myös tuoda uusia yhteydenottoja ja tilauksia yritykselle.

Toimivaksi ratkaisuksi osoittautui, että suunnittelija toimi myös projektipäällikkönä ja oli mukana projektissa alusta loppuun asti, myös asennuksessa. Tämä toimintamalli tuotti tulosta, johtuen hyvästä yhteistyöstä ja suunnitelmallisuudesta läpi koko projektin. Suunnitteluun ja osavalmistukseen käytettiin aikaa noin 230 tuntia ja asennukseen 374 tuntia. Toteutuneet tunnit tässä työssä jäivät hieman alle suunnitelluista 615 tunnista, mikä kertoo myös projektin onnistumisesta.

Jatkossa tämän projektin kuvaus ja ohjeistus auttaa yritystä toimittamaan entistä parempia, suurempia ja viimeistellyimpiä kokonaisuuksia, niin kotimaahan kuin ulkomaillekin.



# LIITE 1 Osaluettelo Suojatila 1

T9562 - E1					
Stora Enso / Riga					
1					
	KPL	VÄRI	KUVA	PAKATTU	LAVA NRO
5	Alumiiniovi 900x2100 OK.	2		ok	OK 15
6	Alumiiniovi 900x2100 VK.	2		ok	OK 15
7	Alumiiniovi 2400x3000 Käyttö OK.	1		ok	OK 14
8	Alumiiniovi 1200x3000 Käyttö OK.	1		ok	OK 14
9	Alumiiniovi 700x1940 OK.	0			
10	Alumiiniovi 700x1940 VK.	1		ok	OK 15
11	Pariliukuovi 3230x2100	2	RAL7040	ok	OK 12
12	Tupla liukukiskot+ karmiputket	2	RAL7040	ok	OK 17
13	Alaohjainrulla	4		OK	Laatikko 1
14	Kahvan korotuslevy	2		OK	Laatikko 1
15	Huolto-ovi (teräs) 720x1940 OK.	1	RAL7040	ok	OK 17
16	Alumiini-ikkuna 1180x1200	1	RAL9005	ok	OK 13
17	Alumiini-ikkuna 565x1200	1	RAL9005	ok	OK 13
18	Alumiini-ikkuna 710x1200	1	RAL9005	ok	OK 13
19	Alumiini ikkunalista 1212mm	4		ok	X OK 17
20	Alumiini ikkunalista 597mm	4		ok	X OK 17
21	Alumiini ikkunalista 742mm	4		ok	X OK 17
22	Alumiini ikkunalista 1232mm	12		ok	X OK 17
23	Kattoristikko 6955mm	2	RAL9002	ok	OK 11
24	OC10/120mm nurkkatolppa 5100mm	2	RAL7011	ok	OK 11
25	Nurkkatolppa teräs 45ast. 5100mm	4	RAL7011	ok	OK 11
26	OC10/120mm välitolppa 5100mm	5	RAL7011	ok	OK 11
27	Alumiini lyöntilista 5100mm	10	RAL7011	ok	OK 11
28	Kourukehä ovelle 962x2132mm	4	RAL7040	ok	OK 16
29	Kourukehä ovelle 2462x3032mm	1	RAL7040	ok	OK 17
30	Kourukehä ovelle 1262x3032mm	1	RAL7040	ok	OK 16
31	Kourukehä ovelle 762x2002mm	1	RAL7040	ok	OK 16
32	U-kouru 40x119x40x1205mm	2	RAL9002	ok	OK 17
33	U-kouru 50x119x50 x 1205mm	6	RAL9002	ok	OK 17
34	Tukiputki (40x40+40x80)2000mm hitsattu	2	RAL9002	ok	OK 17
35	Putki 80x80x80mm nurkkatolpalle	2	RAL9002	ok	OK 17
36	Putki 40x100x80mm välitolpalle	5	RAL9002	ok	OK 17
37	Alakouru Zn 2500mm/ 120mm elementille	6		OK	OK 17
38	Yläkouru 30x124x30mm/3000mm	8	RAL9002	ok	OK 17
39	Yläkouru 30x124x30mm/3300mm	11	RAL9002	ok	OK 17
40	Tukiputki (40x40+40x80) 200mm hitsattu	4	RAL9002	ok	OK 17
41	Katon reunalista 2500mm	12	RAL7011	ok	OK 11
42	Putki 120x60x1205mm	4	RAL9002	ok	OK 17
43	Tukiputki (40x40+40x80) 550mm hitsattu	2	RAL9002	ok	OK 17
44	U-kouru 40x119x40 x 2105mm	4	RAL9002	ok	OK 17
45	U-kouru 40x119x40 x 3005mm	2	RAL9002	ok	OK 17
46	Huolto-oven kehä 782 x 2002mm	1	RAL9002 7040	ok	OK 16

## LIITE 2 Osaluettelo Suojatila 2

T9561 - E2					
Stora Enso / Riga					
	KPL	VÄRI	KUVA	PAKATTU	LAVA NRO
5	Alumiiniovi 900x2100 OK.	1		ok	OK 14
6	Alumiiniovi 900x2100 VK.	2		ok	OK 14
7	Alumiiniovi 2400x3000 Käyttö OK.	1		ok	OK 14
8	Alumiiniovi 1200x3000 Käyttö OK.	1		ok	OK 14
9	Alumiiniovi 700x1940 OK.	2		ok	OK 15
10	Alumiiniovi 700x1940 VK.	2		ok	OK 15
11	Pariliukuovi 3230x2100	2	RAL7040	ok	OK 12
12	Tupla liukukiskot+ karmiputket	2	RAL7040	ok	OK 17
13	Alaohjainrulla	4			OK laatikko 1
14	Kahvan korotuslevy	2			OK laatikko 1
15	Huolto-ovi (teräs) 700x1940 OK./VK.	0			
16	Alumiini-ikkuna 1177x1200	1	RAL9005	ok	OK 13
17	Alumiini-ikkuna 783x1200	1	RAL9005	ok	OK 13
18	Alumiini-ikkuna 535x1200	1	RAL9005	ok	OK 13
19	Alumiini ikkunalista 1209mm	4		ok	X OK 17
20	Alumiini ikkunalista 815mm	4		ok	X OK 17
21	Alumiini ikkunalista 567mm	4		ok	X OK 17
22	Alumiini ikkunalista 1232mm	12		ok	X OK 17
23	Kattoristikko 6870mm	2	RAL9002	ok	OK 11
24	OC10/120mm nurkkatolppa 5100mm	3	RAL7011	ok	OK 11
25	Nurkkatolppa teräs 45ast. 5100mm	2	RAL7011	ok	OK 11
26	OC10/120mm välitolppa 5100mm	5	RAL7011	ok	OK 11
27	Alumiini lyöntilista 5100mm	11	RAL7011	ok	OK 11
28	Kourukehä ovelle 962x2132mm	3	RAL7040	ok	OK 16
29	Kourukehä ovelle 2462x3032mm	1	RAL7040	ok	OK 17
30	Kourukehä ovelle 1262x3032mm	1	RAL7040	ok	OK 16
31	Kourukehä ovelle 762x2002mm	4	RAL7040	ok	OK 16
32	U-kouru 40x119x40x1205mm	4	RAL9002	ok	OK 17
33	Aukon kehä U-kouru 1050x2700mm	1	RAL9002	ok	OK 16
34	Tukiputki kourukehälle 60x60x2700mm	1	RAL9002	ok	OK 17
35	Putki 80x80x80mm nurkkatolpalle	3	RAL9002	ok	OK 17
36	Putki 40x100x80mm välitolpalle	5	RAL9002	ok	OK 17
37	Alakouru Sinkitty 2500mm	5			OK 17
38	Yläkouru 30x124x30mm/3000mm	8	RAL9002	ok	OK 17
39	Yläkouru 30x124x30mm/3300mm	11	RAL9002	ok	OK 17
40	Tukiputki (40x40+40x80) 200mm hitsattu	4	RAL9002	ok	OK 17
41	Katon reunalista 2500mm	11	RAL7011	ok	OK 11
42	Putki 120x60x1205mm	2	RAL9002	ok	OK 17
43	Tukiputki (40x40+40x80) 247mm hitsattu	2	RAL9002	ok	OK 17
44	U-kouru 40x119x40 x 2105mm	5	RAL9002	ok	OK 17
45	U-kouru 40x119x40 x 3005mm	2	RAL9002	ok	OK 17
46	Peitepeltiliukukiskolle 3250mm	2	RAL7040	ok	OK 17